



18 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

Off nl ungungsschrift  
DE 100 06 740 A 1

51 Int. Cl. 7:  
B 03 B 9/06  
B 29 B 17/02

21 Aktenzeichen: 100 06 740.9  
22 Anmeldetag: 15. 2. 2000  
43 Offenlegungstag: 16. 8. 2001

71 Anmelder:  
F & P Sortiertechnik GmbH, 95028 Hof, DE

74 Vertreter:  
Schneider, M., Pat.-Anw., 09111 Chemnitz

72 Erfinder:  
Pilz, Harald, Dr., 09122 Chemnitz, DE; Fiedlschuster,  
Thomas, 95028 Hof, DE

56 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht  
zu ziehende Druckschriften:

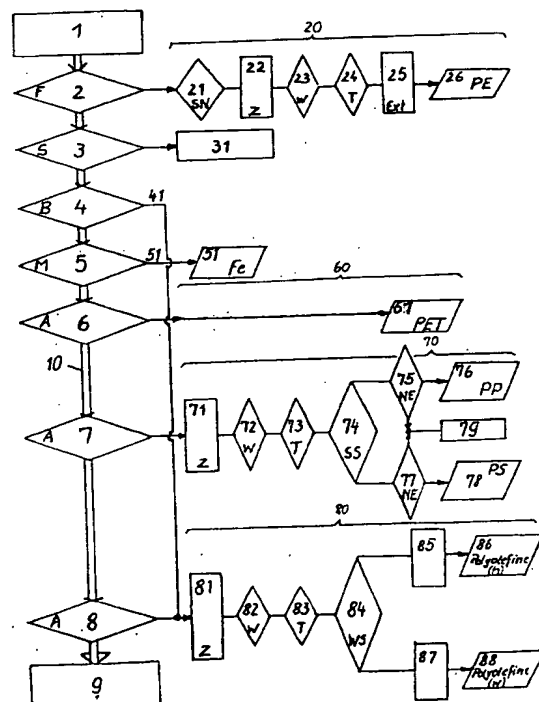
DE 41 29 754 C2  
DE 198 00 521 A1  
DE 197 32 442 A1  
DE 196 28 613 A1  
DE 43 05 006 A1  
DE 298 18 198 U1  
WO 98 18 607 A1

BERGER, F., TAMM, Hans-Friedrich: Kunststoffrecyc-  
ling: Zwei Beispiele für Aufbereitungsanlagen.  
In: Erzmetall 50, 1997, Nr. 3, S. 176-185;  
Recycling von Kunststoffen. In: Müll und Abfall,  
3/91, S. 165;

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

54 Verfahren und Anlage zur Aufbereitung von Abfällen mit Wertstoffen, insbesondere mit Kunststoffen

57 Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Aufbereitung von Abfällen mit Wertstoffen, insbesondere mit Kunststoffen, wobei die vereinzelt aufgegebenen Abfälle eingangs nach Größe und in mindestens einem weiteren Schritt nach Masse und/oder Form differenziert werden und wobei dem dann vorliegenden Abfall, durch Nutzung spezieller, materialspezifischer Parameter, gezielt einzelne Wertstoffe entzogen und der weiteren Verwertung zugeführt werden. Mit dem Ziel, die Aufbereitung zu rationalisieren und die Qualität der abgeschiedenen Wertstoffe zu erhöhen, wird das Verfahren so gestaltet, dass die vereinzelt aufgegebenen Abfälle, beginnend an der Aufgabestation (1) bis zur Erfassung des Restmülls (9), in einem Hauptstrom (10) geführt werden, dass aus diesem Hauptstrom (10) zuerst großflächige, flexible Stoffe, dann große, harte Störstoffe und kleinere, flächig leichte Stoffe (41) entfernt werden, dass anschließend nacheinander mittels trocken arbeitender Abscheider (5, 6, 7, 8) einzelne Wertstoffe oder Wertstoffgruppen dem Hauptstrom (10) entnommen werden und dass die abgeschiedenen Wertstoffe oder Wertstoffgruppen in separaten Aufbereitungslinien (20, 60, 70, 80) für die Wiederverwertung aufbereitet werden.



DE 100 06 740 A 1

DE 100 06 740 A 1

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Aufbereitung von Abfällen mit Wertstoffen, insbesondere mit Kunststoffen, wobei die vereinzelt aufgegebenen Abfälle eingangs nach Größe und in einem weiteren Schritt nach Masse und/oder Form differenziert werden und wobei dem dann vorliegenden Abfall durch Nutzung spezieller, materialspezifischer Parameter gezielt einzelne Wertstoffe entzogen und der weiteren Verwertung zugeführt werden.

Die Erfindung betrifft auch eine Anlage zur Aufbereitung der Abfälle für eine Wiederverwertung.

Durch die DE 196 28 613 A1 ist eine Anlage zur Aufbereitung von vorsortierten Abfallgemischen vorgeschlagen worden. Bei dieser Anlage werden, aus einem an einer Aufgabereinheit gebildeten Abfallstrom, zunächst manuell bestimmte Störstoffe aussortiert. Anschließend wird der Abfallstrom mittels Siebtrommel-Trennanlage in eine Grobfraction und eine Kleinfraction unterteilt. Beide Fractionen werden in unterschiedlichen Linien wiederholt in Leicht- oder Schwerstoffe untergliedert. Auf allen Linien werden nach dem Durchlaufen, z. B. eines Kombi- oder Magnetabscheiders, Kontrollplätze für Personal vorgesehen an denen manuell bestimmte Stoffe entnommen und einem Sammeltrichter einer Aufbereitungslinie zugeführt werden.

Eine solche Anlage ist äußerst problematisch, da für die meisten Sortiervorgänge gesondertes Personal vorgesehen ist, das aus dem Abfallstrom unter denkbar ungünstigen Bedingungen vorgegebene Gegenstände aussortieren muss. Von besonderem Nachteil ist, dass die Zuverlässigkeit beim Aussortieren durch die Fehlbarkeit des Menschen – mit seinen nicht im notwendigen Umfang spezialisierten Sinnesorganen – nicht im notwendigen Umfang gewährleistet werden kann. Es können mit einer solchen Anlage keine werkstofflich wieder mit hoher Qualität verwertbaren Wertstoffe mit vertretbaren Aufwendungen gewonnen werden.

Durch die DE 198 00 521 A1 ist eine weitere, weitgehend automatisierte Anlage, insbesondere für die Aufbereitung von Verpackungsabfällen vorgeschlagen worden. Unter Verpackungsabfällen versteht man in diesem Fall überwiegend die in den sog. "gelben Säcken" gesammelten Haushalts-Wertstoffabfälle, die überwiegend Kunststoffe unterschiedlicher Art und Form enthalten sollen.

Nach einer Aufgabereinheit, die geeignet ist, die aus Karton bestehenden Verpackungsbehälter oder die gelben Säcke zu öffnen und den Inhalt entlang eines Abfallstromes zu vereinzeln, wird der Abfallstrom zunächst einer Siebtrommel-Trennanlage mit rohrförmigen Sieböffnungen zugeleitet. Der Abfallstrom wird dort in eine Fraction kleinerer und eine Fraction größerer Teile aufgeteilt. Die größeren Teile haben Querschnittsabmessungen größer als DIN A4.

Die kleinere Fraction wird zunächst über einen Magnetabscheider einer weiteren Siebtrommel-Trennanlage zugeführt und danach durch eine weitere Siebanlage wiederum in unterschiedliche Größen – jetzt mit niedrigeren Grenzwerten – untergliedert. Beide Größenfractionen werden dann separaten Trenn-, Sortier-, und Aufbereitungsanlagen zugeführt.

Zu den Sortieranlagen gehören auch solche, die mittels opto-elektronischen Sensoren in einem Abfallstrom unterschiedliche Wertstoffe anhand ihrer spezifischen physikalischen Eigenschaften erfassen, und deren Position feststellen können. Anschließend werden durch eine Steuereinheit Düsen positionsgenau angesteuert und fördern die ausgewählten Gegenstände in räumlich getrennte Auffangbereiche. Solche Anlagen bezeichnet man z. B. auch als sog. "Auto-sortieranlagen".

Diese Anlage gestattet – wie eingangs bereits festgestellt

– eine weitgehende Automatisierung der Wertstoffaufbereitung. Der wesentliche Nachteil dieser Anlage ist, dass die Abscheidung der einzelnen Wertstoffe in einer Vielzahl von Linien durchgeführt werden muss, wobei sich die einzelnen Abscheidungsanlagen lediglich durch die Größe und Masse der auszuscheiden den Gegenstände unterscheiden.

Neben dem extremen Aufwand hinsichtlich des Aufbaues und der Wartung der Anlage, gewährleistet eine solche Arbeitsweise keine zuverlässig sortengerechte Bereitstellung der einzelnen Kunststoff-Fractionen für eine werkstoffgerechte Wiederverarbeitung. Die Kosten der Wertstoffaufbereitung sind auch hier deutlich höher als die Kosten für Original-Werkstoffe. Solche Anlagen sind nur aus Gründen der Pflege und Erhaltung unserer Umwelt mit öffentlichen Mitteln betreibbar.

Eine speziell für die Aufarbeitung der sog. "gelben Säcke" (Wertstoff-Abfälle, überwiegend aus Haushalten, mit einem hohen Anteil an Kunststoffen) beschreibt die WO 98/18607.

Bei diesem Verfahren werden die "gelben Säcke" geöffnet und der vereinzelt Wertstoffmüll über einen Magnetabscheider einem Behälter mit einem sog. Agitator zugeführt. Der Agitator ist ein schwingend rotierendes Schlagmesser, der den Kunststoff bzw. Abfall in einer Flüssigkeit zerkleinern soll. Die Flüssigkeit – meist Wasser – wird an einem Bodenende als Suspension abgeführt. Am anderen Ende wird das Schwergut über eine Schleuse entnommen.

Die Suspension wird unter Zugabe von Wasser einer Siebtrommeleinheit zugeführt, die die Faserstoffe von der körperlichen Fraction der schwimmenden Bestandteile trennt. Die fasrigen Bestandteile werden aus der Flüssigkeit entfernt und die Restflüssigkeit eingedickt und entsorgt.

Die in der Siebtrommel erfassten körperlichen kleinen Gegenstände werden weiter zerkleinert und in einer Schwimm-Sink-Anlage in aufschwimmende und absinkende Stoffe untergliedert. Die absinkenden Stoffe werden nach einem Trockenprozeß einem Wirbelstromabscheider zugeführt, wo die verbliebenen Metalle ausgesondert werden.

Der Restmüll wird in einem folgenden Freifall-Scheider in einem elektrostatischen Feld von PVC befreit. In einem nachgeordneten Sieb sortiert man den Restmüll für die weitere Verwertung in große und kleine Fractionen. Dieser Restmüll wird meist verbrannt.

Nach einer zweiten Variante dieser Aufbereitung wird dem Behälter mit Agitator eine zusätzliche Aufbereitungslinie vorgeschaltet. In einer Siebanordnung wird zwischen einer groben und einer feinen Struktur unterschieden, wobei die feine Struktur kleiner DIN A4 sein soll.

Die feine Struktur wird zunächst über einen Magnetabscheider, eine weitere Siebanordnung und die jetzt gröbere Fraction über einen Windsichter geführt. Das dort separierte Schwergut führt man einer opto-elektronischen Sortieranlage zu, um die PET-Flaschen zu entnehmen.

Der Siebüberlauf aus der ersten Siebtrommel-Trennanlage wird über einen Windsichter in flächig große und kleine, schwere Fractionen unterteilt. Die flächig große Fraction – überwiegend große Folien gelangen zu einem Zerkleinerer und verbleiben zerkleinert im Aufbereitungsprozess in einen ersten Behälter mit Agitator.

Der aus der ersten Siebanordnung kommende Grobmüll wird mittels Magnetabscheider von Eisenteilen und mittels Siebanordnung von Glasbruch, Steinen und Sand befreit und über einen Windsichter in eine leichte und eine schwere Fraction unterteilt. Die leichte Fraction wird dem Restmüll der ersten Sortierkette zugeführt und gelangt mit diesem zusammen in den Behälter des Agitators.

Das Schwergut aus dem Windsichter wird zunächst noch-

mals über einen Magnetabscheider geführt und zerkleinert. Dieser zerkleinerte Restmüll gelangt in einen zweiten Behälter mit Agitator.

Die beiden Abgänge der Behälter mit Agitatoren führen ihre flüssige und ihre feste Fraktion zwei unterschiedlichen Verarbeitungslinien zu, wobei in der flüssigen Fraktion lediglich die Faserstoffe abgetrennt werden und der verbleibende Rest entsorgt wird.

Die relativ festen und schweren Fraktionen beider Behälter werden zerkleinert und nach dem Schwimm-Sink-Prinzip in leichte und schwere Stoffe – relativ zum Wasser – getrennt.

Die verbleibenden Fraktionen enthalten mehr oder weniger gereinigte Kunststoffe, die in dieser Form noch nicht für die werkstoffliche Wiederverwertung geeignet sind. Für eine solche Wiederverwertung sind regelmäßig weitere, aufwendige Anlagen und Verfahrensschritte notwendig.

Ein erheblicher, verbleibender Rest mit vielen Wertstoffen muß nach wie vor der rohstofflichen Verwertung (z. B. Verbrennung) zugeführt oder anderweitig entsorgt werden.

Diese Art der Aufbereitung ist zum Einen nicht weniger aufwendig, als die bereits beschriebenen Anlagen. Zum Anderen lassen sich mit einer solchen Anlage nicht alle anfallenden Wertstoffe störungsfrei verarbeiten.

Gibt man z. B. große, stark verschmutzte Agrarfolien in die vorgeschaltene Anlage, dann wird die erste Siebanlage sofort unbrauchbar und die gesamte Anlage ist nicht mehr arbeitsfähig.

Gibt man dagegen die großen Agrarfolien sofort in einen der Agitatoren, dann blockieren diese denselben sofort und langwierige Reparaturmaßnahmen sind unvermeidlich.

Befinden sich im Abfall große Steine, die in der zweiten Siebanlage des vorgeschalteten Prozesses im Sieboberlauf verbleiben, dann wird der Agitator ebenfalls zerstört und funktionsunfähig. Langwierige Reparaturen sind unvermeidbar.

Ein wesentlicher Nachteil einer solchen Anlage ist außerdem, dass die Kunststoffe mit dieser Anlage nicht sortengerecht bereitgestellt werden können. Es sind langwierige weitere Aufbereitungsstufen erforderlich, bis die Kunststoffe für eine werkstoffliche Wiederverwendung die notwendige Reinheit besitzen.

Die so wieder gewonnenen Kunststoffe sind deutlich teurer als neu erzeugte Kunststoffe. Zudem kann in der Regel nicht deren gewünschte, hohe Qualität gewährleistet werden.

Die Folge ist, dass man auf die sortengerechte, werkstoffgerechte Aufbereitung der Kunststoffe meist verzichtet und der rohstofflichen Nutzung den Vorzug gibt. Die Nachteile dieser Vorgehensweise liegen auf der Hand.

Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, ein Verfahren zur Aufbereitung von Abfällen jeder Art, vorzugsweise jedoch solchen mit einem wesentlichen Anteil an wiederverwertbaren Wertstoffen, vorzuschlagen, das unabhängig von der Art und Form des aufgegebenen Abfalles stets funktionsfähig bleibt, und das in der Lage ist die wesentlichsten Wertstoffe, vor allem auch Kunststoffe, in einer solchen Reinheit und Qualität bereit zu stellen, dass eine werkstoffliche Wiederverwertung ohne Qualitätsverluste möglich ist. Der Verfahrensablauf soll einfach und überschaubar sein.

Die Anlage soll mit einer deutlich geringeren Anzahl von Aggregaten auskommen als bisher übliche Anlagen. Dabei sollen die Kunststoffe auch in extrudierter Form bereit gestellt werden können.

Diese Aufgabe wird mit den in Anspruch 1 definierten Verfahrensschritten gelöst. Der an der Aufgabestation aus Abfall gebildete Hauptstrom wird durch die schrittweise Entnahme von großflächig flexiblen Gegenständen, von gro-

Ben harten Gegenständen und von flächig, leichten Stoffen zunächst gezielt für einen effektiven Einsatz von bekannten Abscheidern vorbereitet. Den Abscheidern liegt eine vorzugsweise trockene Fraktion mittelgroßer, ggfs. rollfähiger und nicht zu schwerer Gegenstände vor. Die von den Abscheidern an Hand spezifischer Parameter abgeschiedenen oder "entnommenen" Wertstoffe oder Wertstoffgruppen werden erst dann einem Zerkleinerungsvorgang und einem Waschvorgang unterworfen, wenn sie von anderen Stoffen den Abfalls bereits zuverlässig separiert wurden. Trennvorgänge für Wertstoffgruppen erfolgen im Bereich der Aufbereitungslinien nur dann, wenn unterschiedliche Kunststoffe im Abfall miteinander mechanisch verbunden sind (z. B. Becher aus PE ineinander gesteckt mit Bechern aus PP). Diese Trennung kann erst nach einem Zerkleinerungsvorgang, in dem auch mechanische Verbindungen gelöst werden, erfolgen. Werden die Kunststoffe auf eine Schnitzelgröße von etwa 10 bis 15 mm zerkleinert, lösen sich die mechanischen Verbindungen mit hoher Wahrscheinlichkeit. Diese Schnitzelgröße ist jedoch mit den opto-elektronischen Sortieranlagen nicht mehr zuverlässig voneinander trennbar.

Es müssen deshalb in den Aufbereitungslinien Trenn- oder Abscheidevorgänge eingesetzt werden, die nach anderen Prinzipien arbeiten.

Der verbleibende Restmüll im Hauptstrom enthält dann im wesentlichen nur noch die Stoffe, die nicht gezielt entnommen wurden. Dagegen liegen die gezielt "entnommenen" Stoffe, bzw. Gegenstände in einer ausgesprochen hohen Reinheit vor. Sie sind nach entsprechenden Zerkleinerungs-, Wasch- und Separiervorgängen extrudierfähig und lassen sich erneut zu hochwertigen Gebrauchsgegenständen, d. h. werkstofflich, verarbeiten. Diese Aufbereitung kann, aber sie muß nicht unmittelbar zeitlich und räumlich mit der Aufarbeitung des Hauptstromes gekoppelt sein.

Dieses Verfahren ermöglicht erstmals die Aufbereitung von Wertstoffabfall in einer besonders kostengünstigen Weise.

Die Modifikation des Verfahrens nach Anspruch 2 ist in besonderer Weise für die Aufbereitung der mit den sog. "gelben Säcken" erfassten Wertstoffe und für beliebige andere Kunststoffabfälle, einschließlich der Agrarfolien, geeignet. Die hier präziser dargestellten Vorrichtungen zur Entfernung der großflächigen Folien, der großen Hartkörper und der flächigen Leichtstoffe haben sich bereits bei ähnlichen Aufgaben in der Praxis bewährt und ermöglichen die Aufbereitung des Abfallstromes in einer Weise, dass sowohl Magnetabscheider für das Abscheiden magnetischer Wertstoffe, als auch die opto-elektronischen Sortiervorrichtungen unter optimalen Bedingungen wirksam werden können.

Die in dem Anspruch 3 definierte Reihenfolge hat sich wegen der geometrischen Formen der üblicherweise aus den Kunststoffen gefertigten Gegenstände besonders bewährt. Das Abscheiden der Kunststoff-Fraktionen nach dem vorgeschlagenen Schema entspricht den heute üblichen Verwendungsprinzipien für derartige Kunststoffe. So werden aus POLYPROPYLEN (PP) und aus POLYSTYROL (PS) regelmäßig Trinkbecher produziert, die der Verbraucher häufig in einander gesteckt in den Abfall gibt. Die AUTOSORT-Vorrichtung erkennt regelmäßig nur den jeweils äußeren Becher. Diese Gruppenfraktion kann nach dem Zerkleinern, dem Waschen und Turboseparieren z. B. nach der Dichte-Trennung separiert werden.

Die Modifikation des Anspruches 4, bezogen auf die Aufbereitung der Wertstoffgruppe PP/PS wurde bereits in Bezug auf Anspruch 3 erwähnt. Das Schwimm-Sink-Verfahren zur Trennung der beiden Kunststoff-Fraktionen hat sich hier besonders bewährt, weil beide Stoffe deutlich verschiedene Dichten besitzen. Unbehandeltes Wasser kann hier als

Trennmittel benutzt werden.

Das Abscheiden von Nichteisenmetallen aus dieser Gruppenfraktion – nach Anspruch 5 – macht sich dann erforderlich, wenn Kunststoffbehälter z. B. mit Aluminium verstärkt oder beschichtet sind.

Das Aufbereiten der Polyolefine-Fraktion, zusammen mit der flächig leichten Fraktion – nach Anspruch 6 gewährleistet, dass die in Folien aus Polyolefinen oft eingebrachten Sonderstoffe zur Erzielung bestimmter Eigenschaften, z. B. Weichmacher nicht die Wiederverwertung solcher Stoffe auf anderen Einsatzgebieten verhindern.

Das Einfügen eines Arbeitsschrittes zum Vorzerkleinern einer abgeschiedenen Wertstoffgruppe – nach Anspruch 7 – ist dann sinnvoll, wenn durch die Vorzerkleinerung mechanisch aneinander haftende Kunststoffe unterschiedlicher Art ausreichend zuverlässig voneinander getrennt werden können. Die Größe der Kunststoffschnitzel, die bei der Vorzerkleinerung entstehen, liegt dann noch in dem Bereich, in dem die Düsen einer Autosortanlage noch zuverlässig einzelne Kunststoffschnitzel auswerfen können. Werden zufällig noch einzelne Schnitzel einer anderen Kategorie mitgerissen, dann ermöglicht die nachfolgende Ausscheidung der anderen Kunststoffgruppe aus der eben separierten Fraktion, die Korrektur solcher Fehler.

Der Vorteil dieser Arbeitsweise besteht darin, dass die einzelnen Kunststofffraktionen in einem hohen Reinheitsgrad bereitgestellt werden, die eine wertstoffliche Wiederverarbeitung nahezu ohne Qualitätseinbußen ermöglicht. Aufwendige Trennvorgänge in Schwimm-Sink-Anlagen, die regelmäßig eine bestimmte Steuerung der Dichte der Trennflüssigkeit erfordert und zwingend weitere Schritte des Turboseparierens und des Trocknens erfordern, werden überflüssig.

Die Aufbereitung der eingangs mechanisch aus dem Abfallstrom entfernten großen Folien, z. B. Agrarfolien, nach Anspruch 8, in einem Schwergut-Naß-Abscheider ermöglicht einerseits ein problemloses Reinigen der Folien. Zum Anderen verdichten die im Einfallbereich der Folien wirkenden Wasserstrahlen die Folien derart, dass sich diese in der folgenden Zerkleinerungsanlage zuverlässig verarbeiten lassen.

Sowohl die am Turboseparator abgeschiedenen, fasrigen Stoffe (Papier und Pappe), als auch die aus den Folien wieder gewonnenen Kunststoffe lassen sich auch werkstofflich in vorteilhafter Weise wieder verwenden.

Wie wir aus der bisherigen Darstellung entnehmen konnten, wurde das Wasser als Reinigungsmittel oder als Mittel zum Separieren einzelner Stoffe aus dem Bereich des Hauptstromes vollständig Verbannt. Der Aufwand zur wiederholten Aufbereitung des verschmutzten Wassers wäre dort zu hoch.

Nach dem vorliegenden Verfahren dient das Wasser als Reinigungsmittel oder als Mittel zum Ausführen bestimmter Trennvorgänge nur an den Gegenständen bzw. Stoffen, die gezielt zur Wiederverwertung dem Hauptstrom entnommen und bei Trennvorgängen bereits gewaschen wurden.

Die im Restabfall verbleibenden Gegenstände bzw. Stoffe behalten ihren Schmutz.

Die im Kreislauf des Wassers nach Anspruch 10 notwendigen Aufbereitungs-Aggregate können daher in ihrer Zahl, ihrer Kompliziertheit und Größe auf ein Minimum reduziert werden. Durch die Reihenfolge und die Art der Verwendung des aufbereiteten Wassers ist es möglich, eine einzige Wasseraufbereitungsanlage sowohl für die Schwimm-Sink-Trennung, als auch für die Wasch- und Lösvorgänge zu verwenden.

Die Gesamtkosten einer Anlage nach dem erfindungsge-  
mäßigen Verfahren für die Aufbereitung des Abfalls mit wert-

stofflicher Wiederverwendung der abgeschiedenen Fraktionen kann auf einem sehr niedrigen Niveau gehalten werden.

Die Grundform der Anlage nach Anspruch 11 ist in besonderer Weise zur Ausführung des beschriebenen Verfahrens nach Anspruch 1 und 2 geeignet.

Die Zahl der notwendigen Aggregate wird auf ein Minimum beschränkt. Es finden ausschließlich solche Aggregate Anwendung, die sich in der Praxis an anderem Ort bisher bereits gut bewährt haben. Die Anlage ist übersichtlich und gestattet eine einfache Wartung.

Die Ausführungsvariante nach Anspruch 12 ist besonders für die Aufbereitung der mit den "gelben Säcken" erfassten Wertstoffe geeignet.

Mit der Zuordnung von Aufbereitungslinien nach Anspruch 13 kann man die gezielt entnommenen Wert- oder Kunststoffe sofort säubern und für das Extrudieren oder Kompaktieren vorbereiten. Solche Anlagen können hinsichtlich ihrer Größe und Ausstattung auf ein Minimum begrenzt werden, weil jeweils nur eine bestimmte Kunststoffsorte bearbeitet werden muß.

Die Ausstattung der Aufbereitungslinien für Wertstoffgruppen mit Trennanlagen nach Anspruch 14, ermöglicht die Ausführung exakt definierbarer Trennvorgänge nach den Zerkleinerungs- und Waschprozessen.

Das Einfügen der Extruder und Verpackungseinheiten in die Aufbereitungslinien nach Anspruch 15, ermöglicht das für die Wiederverwertung notwendige Strukturieren und transportgerechte Verpacken der wieder gewonnenen Wertstoffe.

Die Modifikation der Anlage nach Anspruch 16 bietet die Voraussetzung zur qualitativ hochwertigen Trennung von Wertstoffgruppen, deren Kunststoffteile mechanisch miteinander verbunden sind, ohne Verwendung von Schwimm-Sink-Abscheideprozessen.

Die Aufbereitungslinie für Großfolien nach Anspruch 17 erlaubt eine zuverlässige Aufbereitung dieser sehr schwierig zu verarbeitenden Abfälle.

Der Vorteil der Anlage nach Anspruch 11 mit all ihren Modifikationen der folgenden Ansprüche hat den entscheidenden Vorteil, dass man praktisch jede Art von Abfall verarbeiten kann. Das ist dort von entscheidender Bedeutung, wo es keine differenzierte Erfassung für Abfälle unterschiedlicher Qualitäten gibt.

In solchen Fällen ist es jedoch angezeigt, dass man in einem vorgeordneten Arbeitsschritt kompostierbare Abfälle abscheidet und den verbleibenden Rest in einen weitgehend trockenen Zustand überführt.

Die Erfindung soll nachstehend an einem Ausführungsbeispiel näher erläutert werden. In den dazugehörigen Zeichnungen zeigen,

Fig. 1: eine schematische Darstellung einer Gesamtanlage mit Hauptstrom und mehreren Aufbereitungslinien,

Fig. 2 eine schematische Darstellung des Wasserkreislaufs für die Anlage nach Fig. 1 und

Fig. 3 eine zweite Variante der Aufbereitungslinien für PP und PS sowie der Aufbereitungslinie für Polyolefine

Die beschriebene Anlage ist in besonderer Weise für die Aufbereitung von Wertstoffabfällen geeignet die hinsichtlich der Art der Abfälle einer gewissen Vorauswahl unterworfen wurden. Die Anwendung dieser Anlage und des beschriebenen Verfahrens beschränkt sich jedoch nicht allein auf diese vorsortierten Abfälle. Sie ist für beliebige Abfallarten geeignet. Die Voraussetzung für die Nutzbarkeit der Anlage ist lediglich, dass die Abfälle gegebenenfalls nach einer Vorbehandlung vereinzelt werden können.

Kompostierbare Abfälle sollten Möglichkeit in einem vorgeschalteten Arbeitsgang separiert werden.

Der prinzipielle Verfahrensablauf der Abfallaufbereitung

ist in Fig. 1 dargestellt. Der gesammelte Müll wird mit einer Aufgabereinheit 1 zu einem überwiegend gleichmäßig breiten Hauptstrom 10 vereinzelter Abfallgegenstände geformt und zunächst von übergroßen Teilen (gemeint ist sog. "Sperrmüll") befreit.

Dieser so vorbereitete Abfall wird in dem Hauptstrom 10 bis hin zur Sammelstelle für einen Restabfall gefördert und nacheinander bestimmten Abscheidevorgängen unterworfen.

Der erste Abscheider ist eine sogenannte Großfolien-Abtrennvorrichtung 2. Diese Großfolien-Abtrennvorrichtung 2 ist vorteilhaft mit bogenförmig an Transportelementen geführten zinkenförmigen Greifern versehen, die in der Lage sind großflächige Folienabschnitte aus dem Abfallstrom herauszuziehen und die auf den Folien liegenden Gegenstände wieder auf den Abfallstrom zurückzuführen. Ein Beispiel für eine Anlage dieser Art ist u. a. in der DE 298 18 198 U1 dargestellt und beschrieben.

Der auf diese Weise von sehr großen Folien befreite Abfallstrom gelangt jetzt in einen ebenfalls ansich bekannten Siebtrommelabscheider 3. Die Sieböffnungen dieses Abscheiders 3 sind so gewählt, dass alle Teile, die in ihren Abmessungen größer sind als ca. 300 mm, aus dem Hauptstrom 10 beseitigt werden. Die hier entfernten großen Teile – wir bezeichnen die schweren Störstoffe als "große Hartstoff-Fraktion" 31 – werden zunächst nur gesammelt, und können nach einer manuellen Prüfung dieser oder jener weiteren Verarbeitung zugeführt werden.

Der jetzt von großen Folien und schweren harten Gegenständen großer Abmessungen befreite, im Hauptstrom 10 befindliche Abfall wird jetzt auf einen sogenannten Ballistik-Separator 4 von kleineren leichten und flächigen Teilen – flächig leichte Fraktion 41 – und auch von kleinen und körnigen Teilen und Schmutz befreit. Die flächig leichte Fraktion 41 besteht überwiegend aus Papier und kleineren Verpackungsfolien.

Im Hauptstrom 10 verbleiben etwas schwerere Teile, die in der Mehrzahl unregelmäßig geformt und weitgehend hart sind. Sie können auf einer geeigneten, schwingend bewegten Förderstrecke mehr oder weniger nach unten rollen, während die leichten flächigen Gegenstände (41) hier schrittweise nach oben wandern und dann zu einem später bezeichneten Punkt befördert werden. Die schwere rollende Fraktion des jetzt weiterführenden Hauptstromes 10 ist für den Einsatz von spezifischen Abscheidern, auch für opto-elektronische Sortieranlagen, die z. B. auch als "Autosort-Anlagen" bezeichnet werden, geeignet. Die schwere rollende Fraktion befindet sich, unbeweglich liegend, auf schnellbeweglichen Förderbändern. Über diesen Förderbändern werden Sensoren angeordnet, die die Form, die Farbe oder auch die Zusammensetzung der Stoffe mittels Spektralanalyse erfassen können. Sie erfassen auch den Ort ausgewählter Gegenstände. Auf der Grundlage des im Rechner entstehenden Erfassungsmusters werden dann, durch den Rechner gesteuert, im Bereich der Abwurfstelle z. B. Düsen betätigt, die die ausgewählten Gegenstände in einer von den übrigen Gegenständen abweichenden Bahn in abgetrennte Fangbereiche auswerfen bzw. entnehmen.

Es hat sich gezeigt, dass es zweckmäßig ist, vor diesen opto-elektronischen Sortieranlagen, die meist schwereren Teile aus Eisen mittels Magnetabscheider 5 aus dem Hauptstrom 10 zu entfernen.

Nach der Entfernung der Gegenstände aus Eisen, beginnt man zweckmäßig mit dem Abscheiden der sogenannten PET-Fraktion 61 (Poly-Ethylen-Terephthalat).

Die dem Rechner der opto-elektronischen Sortieranlage 6 vorgegebenen Auswahlkriterien werden hier auf die optisch erfassbaren Parameter, der PET-Fraktion eingestellt.

Diese abgetrennte PET-Fraktion kann in einer quer zum Hauptstrom 10 geführten Aufbereitungslinie 60 weiterverarbeitet werden. Der Normalfall ist jedoch dass gerade diese Fraktion in speziellen Anlagen aufbereitet werden, die bei einem größeren Stoffdurchsatz rentabel betrieben werden können.

In der nächsten opto-elektronischen Sortieranlage 7 werden die Abwurfdüsen durch den Computer so gesteuert, dass die Gegenstände aus Polypropylen und Polystyrol aus dem Hauptstrom 10 abgeschieden werden. Das Abscheiden dieser Wertstoffgruppe ist deshalb notwendig, weil Teile aus Polypropylen PP und Polystyrol PS in den üblichen Gebrauchsformen (z. B. ineinander gesteckte Becher) sehr häufig mechanisch miteinander verbunden sind.

Die Aufbereitung dieser Wertstoffgruppe PP/PS in der Aufbereitungslinie 70 erfolgt zunächst durch Zerkleinern (Z bei 71), durch das Waschen (W bei 72) und schließlich durch das Turboseparieren (T bei 73). Bei der Zerkleinerung 71 wird automatisch auch die mechanische Verbindung zwischen Gegenständen aus PP und PS gelöst. Das jetzt trockene Gemisch aus Kunststoff-Schnitzeln wird jetzt einer Schwimm-Sink-Trennanlage SS: 74 zugeführt.

Das Polystyrol PS sinkt aufgrund seiner höheren Dichte ab, während das Polypropylen PP an der Wasseroberfläche verbleibt.

Aus den so getrennten Fraktionen PP bzw. PS wird, nach einem entsprechenden Trocknungsvorgang, in sogenannten Wirbelstrom- oder Nichteisenmetallabscheidern NE: 75, 77 überwiegend das jetzt freigewordene Aluminium abgeschieden und einer separaten Wiederverwertung zugeführt.

Die Fraktionen PP 76 und PS 78 liegen jetzt als saubere wiederverarbeitbare Fraktionen vor. Man kann sie extrudieren und der werkstofflichen Verwertung zuführen. In gewaschener, getrockneter, von Aluminium getrennter und kompakter Form wird man sie der der rohstofflichen Verwertung zuführen.

Aus dem Hauptstrom 10, der jetzt bereits von Eisen, von der PET-Fraktion, von Polypropylen PP und Polystyrol PS sowie von einem Teil des Aluminiums befreit ist, werden in einem nächsten Schritt die Polyolefine (überwiegend PP und PE) abgeschieden. Auch in diesem Falle sind dem Rechner der opto-elektronischen Sortieranlage 8 die physikalischen Parameter von Polypropylen PP und Polyethylen PE vorgegeben, weil Gegenstände aus diesen Stoffen auch regelmäßig mechanisch miteinander verbunden sind.

Diese hier ausgeschiedene Wertstoffgruppe wird, zusammen mit den im Ballistikseparator 4 abgeschiedenen flächig leichten Stoffen 41 zusammen geführt und gemeinsam in die Zerkleinerungsanlage Z: 81 gebracht. Auch dieser Zerkleinerungsanlage 81 ist ein Friktionswäscher 82 und ein Turboseparator 83 nachgeordnet. In dem Turboseparator 83 wird das beim Zerkleinern und beim Waschvorgang aufgelöste Papier und die Pappen als fassrige Masse mit abgeführt. Die Kunststoffe sind nach dem Turboseparieren trocken.

Die dann weitgehend trockene Fraktion aus Polypropylen PP (5 bis 10%) und Polyethylen PE (90 bis 95%) wird in einem Windsichter 84 in eine flächig leichte und in eine schwerere, kompakte Fraktion unterteilt. Diese Unterteilung hat den Zweck, die unterschiedlichen physikalischen und mechanischen Eigenschaften der verschiedenen Gegenstände aus Polyolefinen nicht zu mischen.

Strebt man eine ausschließlich rohstoffliche Verwertung an, ist diese Trennung durch den Windsichter nicht erforderlich.

Eine Abscheidung der Polypropylen-Anteile aus dieser Fraktion kann in der Mehrzahl der Fälle unterbleiben, wenn hier nur eine rohstoffliche Verwertung dieser Kunststoffe vorgesehen ist oder wenn der PP-Anteil nur sehr gering ist.

Ein Beispiel für die Abscheidung von PP wird später noch beschrieben.

Die aus dem Windsichter gewonnenen Fraktionen, werden in diesem Falle bei 85 bzw. 87 getrennt voneinander kompaktiert oder extrudiert und einer weiteren Verwertung zugeführt.

Ist in den Abfällen ein deutlicher Teil an PVC-Gegenständen vorhanden und sollen die Kunststoffe vorwiegend einer rohstofflichen Verwertung zugeführt werden, dann ist es sinnvoll, in einem ersten Schritt alle Teile aus PVC zu entnehmen. In einem zweiten Schritt werden dann alle übrigen Kunststoffe entnommen. Letztere werden dann gewaschen, getrocknet und der Verbrennung zugeführt. Das Waschen und Trocknen dieser Kunststoffe ist deshalb notwendig, damit beim Verbrennungsvorgang nicht zu viele Glührückstände (Asche und Sand) verbleiben. Diese führen zu hohen Kosten an den Verbrennungsanlagen.

Der Hauptstrom 10 kann in der Folge, so es rationell ist, noch beliebig vielen opto-elektronischen Sortieranlagen zugeführt werden. Entscheidend ist, dass sich im Hauptstrom 10 noch ausreichende Mengen verwertbarer Rohstoffe befinden. In der Regel wird jedoch nach der Abscheidung der Polyolefine (bei 8) der verbleibende Restabfall im Sammler 9 gesammelt. Er gelangt je nach seiner Struktur auf eine Deponie oder in eine andere Anlage, zur rohstofflichen Verwertung.

Der Vorteil dieser Aufbereitung des Abfalles besteht darin, dass unabhängig von der Art und Größe des Abfalls und seiner Zusammensetzung, stets ein störungsfreier Aufbereitungsvorgang stattfinden kann.

Sogenannter Sperrmüll wird bereits automatisch in der Aufgabereinheit abgesondert. Mit der Entfernung der großen Folien, der großen und schweren Störstoffe sowie der kleinen flächigen Teile wird der Abfallstrom so vorbereitet, dass die bekannten Abscheideanlagen z. B. opto-elektronischen Sortieranlagen zuverlässig und störungsfrei arbeiten können.

Sie entnehmen immer nur die Stoffe aus dem Abfall, die man einer Wiederverwertung zuführen möchte. Jeder Rest, der nicht zur Auswahl bestimmt ist, verbleibt im Abfallstrom und gelangt letztendlich in den Restmüll. In keiner Phase muss der Gesamt Müll durch einen Waschvorgang geführt werden.

Waschvorgänge sind regelmäßig nur den Aufbereitungslinien 20, 60, 70, 80 ausgewählter Werkstoffe zugeordnet.

Diese Zuordnung des Wasserkreislaufes ist deutlich aus der Fig. 2 zu sehen. Frisches aufbereitetes Wasser aus der Wasseraufbereitungsanlage WA wird zunächst den Schwimm-Sink-Trennanlagen SS: 74 und dann den Friktionswaschanlagen 23, 62, 72 und 82 zugeführt. Auch der Schwergut-Nass-Abscheider 21 wird mit überwiegend frischem, aufbereitetem Wasser beschickt. Das dann beim Turboseparieren T bei 24, 63, 73, 83 abgeschiedene Schmutzwasser, mit einem hohen Faseranteil wird in den Wasserkreislauf zurückgeführt. In der Wasseraufbereitungsanlage WA wird das Wasser zunächst gefiltert (von groben Partikeln  $\rightarrow$  100  $\mu$ m - befreit) und anschließend z. B. in mindestens einer Filtrationsstufe W2 von den Feinstpartikeln befreit. In einem anschließendem Reaktorbehälter W3 wird über die Zugabe von Zusatzstoffen mittels Dosieranlage W4 das Wasser auch chemisch wieder in eine brauchbare Zusammensetzung gebracht. Unerwünschte Stoffe werden in unproblematische oder unlösliche Stoffe umgesetzt. In einigen Fällen werden die störenden Stoffe auch in solche Stoffe umgesetzt, die anschließend ausgasen. Hier setzt man meist Wasser und Kohlendioxid frei.

Entsprechende Nachfilter W6 scheiden ggfs. Ausfallprodukte ab. Bei einer Wasserverwendung wie sie hier vorliegt,

kann man auf diesen Prozeß verzichten da diese unlöslichen Stoffe dann im Vorfilter W1 mit abgeschieden werden können. Den Reaktor W3 kann man auch so anordnen, dass das von ihm aufbereitete Wasser wieder der Flottationsanlage W2 zugeführt wird. Dort werden dann die Ausfallprodukte sofort wieder ausgeschieden. Durch diese Einbindung des Reaktors W3 ist es dann auch möglich, denselben mittels entsprechender Ventile nur dann zu aktivieren, wenn es unbedingt erforderlich ist. Ein Zwischenspeicher W7 hält dann das aufbereitete Wasser für den erneuten Verbrauch bereit. Mittels Pumpe W5 wird das aufbereitete Wasser dem Zwischenspeicher W7 entnommen und den Verbrauchern wieder zugeführt.

Hat man in einer Anlage, wie sie anhand der Fig. 1 beschrieben wurde, auch Schwimm-Sink-Trennanlagen SS: 74 vorgesehen, dann wird das frisch gereinigte Wasser in der dafür notwendigen Menge zunächst diesen Trennvorrichtungen zugeführt.

Das aus den Schwimm-Sink-Trennanlagen SS abgezogene Wasser, hat noch eine solch gute Qualität, dass es die Waschvorgänge und die Trennvorgänge in Schwergut-Nass-Abscheidern 21 realisieren kann.

Diese Art der Einbindung des Wassers in den Aufbereitungsprozess, hat den entscheidenden Vorteil, dass die Wassermenge, die sich im Kreislauf befindet, auf ein sehr niedriges Maß reduziert werden kann. Es werden nur die Teile des Abfalls einem Waschprozess unterzogen, die für die Weiterverarbeitung vorgesehen sind.

Es sind auch keine getrennten Aufbereitungsanlagen für das Wasser von Schwimm-Sink-Trennungen und für das Wasser der Waschvorgänge notwendig. Durch den möglichen Verzicht auf Trennvorgänge nach dem Schwimm-Sink-Prinzip SS für Kunststoffe mit sehr geringen Dichteunterschieden, braucht auch keine regelmäßige Überwachung der Dichte der Trennflüssigkeit mehr erfolgen.

Gegenüber den bisher bekannten Anlagen und des Standes der Technik ist es mit dieser Art der Aufbereitung von Abfall erstmals möglich, die Wiederverwertung von Rohstoffen oder Werkstoffen aus dem Abfall mit gleichen oder niedrigeren Kosten zu realisieren, wie sie die ursprüngliche Herstellung von Kunststoffen erfordern.

Diese Aufbereitungsanlagen und die Aufwendungen für das Betreiben derselben amortisieren sich erstmals selbst. Die Abfallentsorgung braucht nicht mehr in jedem Fall subventioniert werden.

In der Beschreibung der Anlage nach Fig. 1 wurde bisher nicht auf die Verarbeitung der großen Folien eingegangen. Diese großen Folien im Abfall sind meist die als Agrarfolien bezeichneten, extrem großen Folien aus Landwirtschaftlichen Betrieben oder Großgärtnereien. Diese extrem großen Folien werden durch die Aufgabeanordnungen zunächst in eine meist gesteckte Form gebracht.

Diese gesteckte Form bleibt auch nach der Entnahme aus dem Abfallstrom im wesentlichen erhalten.

Dieser Folienstrang wird über ein Förderband fallend in einen Schwergutnassabscheider 21 gefördert. Auf dem Weg zwischen dem Abwurfpunkt des Förderbandes und der Flüssigkeitsoberfläche im Schwergut-Nass-Abscheider 21, wird dieser Strang durch unterschiedlich gerichtete Wasserstrahlen zu einem konzentrierten Strang, zusammengefasst und von den größten Schmutzpartikeln befreit. Im Schwergut-Nass-Abscheider 21 werden schwere Teile abgeschieden, die dem Foliestrang noch anhaften konnten. Lose Teile aus Pappe, Papier oder irgendwelche Kartonagen werden durch die starken, seitlichen Wasserstrahlen räumlich von den Foliestängen entfernt und an einem anderen Austragsort für die Weiterverarbeitung erfasst.

Die aus dem Schwergut-Nass-Abscheider 21 herausge-

führte Folie ist vorgewaschen und von der größten Zahl der mitgeführten Teile befreit. Im nachfolgenden Zerkleinerer Z: 22 können die Schneidwerkzeuge den Strang zuverlässig und störungsfrei zerkleinern. Störungen durch freie Folienabschnitte, die die Messer verdecken oder sich zwischen den Messern verklemmen, sind bei dieser Vorbereitung der Folienstränge nicht mehr festgestellt worden.

Die den Zerkleinerer 22 verlassenden Folienabschnitte werden in einer nachgeschalteten Friktionswaschanlage W: 23 abschließend gewaschen. In einem Turboseparator 24 wird, wie vorn bereits beschrieben, Wasser zusammen mit Schmutzpartikeln und den Fasern von Papier und Pappe entfernt. Die zurückbleibenden Kunststoffe sind trocken und lassen sich extrudieren oder kompaktieren und stehen so für eine Wiederverarbeitung zur Verfügung.

In Fig. 3 ist eine andere Art der Aufbereitung der Polyolefine beschrieben. Die in Verbindung mit Fig. 1 dargestellte Aufbereitung dieser Stoffe, führt zu einem Gemisch von Kunststoffen, dass etwa zu 85 bis 95% aus Polyäthylen und zu etwa 10 bis 15% aus Polypropylen besteht. Ein solches Kunststoffgemisch ist in, der Regel für eine werkstoffliche Nutzung dieser Kunststoffe ungeeignet.

Die von der opto-elektronischen Sortieranlage 8 aussortierten Teile aus Polyethylen PE und Polypropylen PP, die meist mechanisch miteinander verbunden sind, werden hier einem sogenannten Vorzerkleinerer 801 zugeführt. Dieser Vorzerkleinerer 801 zerteilt die abgeschiedenen Gegenstände in Teile mit einer Korngröße von etwa 35 bis 45 mm. Bei dieser Art der Zerkleinerung werden die meisten mechanischen Verbindungen zwischen Teilen aus PE und PP gelöst. Andererseits sind die so zerkleinerten Kunststoffteile nach ausreichend groß, so dass sie zuverlässig mit Hilfe der opto-elektronischen Sortieranlagen 802, 803 separierbar sind.

Dieser Vorzerkleinerungsanlage 801 wird deshalb in den Strom aus überwiegend Polyethylen PE mittels opto-elektronischen Sortieranlage 802 das Polypropylen PP abgeschieden. Da bei der Abscheidung von PP mittels Düsen auch Polyethylenteilchen mitgerissen werden, schließt man dann nochmals eine optoelektronischen Sortieranlage 803 an, die aus dem Strom der Polypropylenteilchen PP mitgerissene Polyethylenteile PE abscheidet und in den PE-Strom zurückführt. Durch diese zusätzliche, trocken durchgeführte Sortiermaßnahme ist es möglich, den Anteil von PP im PE-Strom auf 1% und weniger zu reduzieren.

Diesem so aufbereiteten PE-Strom wird dann, wie in Fig. 1 beschrieben, die leichte flächige Fraktion 41 des Ballistik-Separators 4 zugeführt und die Aufbereitung dieses Gemischs erfolgt dann, so wie es in Bezug auf Fig. 1 bereits beschrieben wurde.

Der dann deutlich höhere Reinheitsgrad der Fraktionen 86, 88, die den Windsichter 84 verlassen, gestattet dann auch das Extrudieren der gewonnenen Kunststoffe und deren weitere werkstoffliche Verarbeitung.

Im Sinne der vorliegenden Erfindung ist es auch, im Hauptstrom 10 eine optoelektronische Sortieranlage für das Abscheiden von Getränkekartons vorzusehen. In der üblichen Aufbereitungslinie (analog 70 oder 80) werden Pappe und Papierschichten ab- und aufgelöst, Aluminium abgeschieden und das PE separiert.

#### Bezugszeichenliste

- 1 Aufgabereinheit
- 10 Hauptstrom (Abfall)
- 2 Folien-Abtrennvorrichtung
- 20 Aufbereitungslinie-Großfolien
- 21 Schwergut-Nass-Abscheider

- 22 Zerkleinerungsanlage
- 23 Waschanlage
- 24 Turboseparator
- 25 Extruder
- 26 Kunststoff-Fraktion
- 3 Siebtrommelabscheider
- 31 Hartstoff-Fraktion, groß
- 4 Ballistik-Separator
- 41 Leichtstoff-Fraktion, flächig
- 5 Magnetabscheider
- 51 Eisenfraktion
- 60 Aufbereitungslinie (PET)
- 61 PET (Polyethylenterephthalat)
- 7 opto-elektronische Sortiervorrichtung
- 70 Aufbereitungslinie (PP/PS)
- 71 Zerkleinerer
- 72 Waschanlage
- 73 Turboseparator
- 74 Schwimm-Sink-Trennanlage
- 75 Nichteisenmetallabscheider/Wirbelstrom abscheider
- 76 Polypropylen-Fraktion
- 77 Nichteisenmetallabscheider/Wirbelstromabscheider
- 78 Polystyrol-Fraktion
- 79 Nichteisenmetall-Fraktion
- 8 opto-elektronische Sortiervorrichtung
- 80 Aufbereitungslinie (Polyolefine)
- 801 Vorzerkleinerer
- 802 Autosortanlage PP
- 803 Autosortanlage PE
- 81 Zerkleinerer
- 82 Waschanlage
- 83 Turboseparator
- 84 Windsichter
- 85 Extruder/Komprimieranlage
- 86 Polyolefine, hart
- 87 Extruder/Komprimieranlage
- 88 Polyolefine (Folie)
- 9 Restmüllsammel
- W Wasseraufbereitung
- W1 Vorfilter
- W2 Flottationsstufe
- W3 Reaktionsbehälter
- W4 Dosiereinrichtung
- W5 Pumpe
- W6 Nachfilter
- W7 Zwischenspeicher
- Zusatzbezeichnungen
- Abscheider
- A opto-elektronischen Sortieranlage
- F Großfolienabscheider
- S Siebtrommelabscheider
- B Ballistik-Separator
- M Magnetabscheider
- T Turboseparator
- NE Nichteisenabscheider (vorwiegend Al)
- SN Schwergut-Nassabscheider
- SS Schwimm-Sink-Trennanlage
- Aufbereiter
- Z Zerkleinerer
- VZ Vorzerkleinerer
- W Friktionswaschanlage
- Ext Extruder
- Wertstoffe
- Fe Eisenteile
- PE Polyethylen
- PET Polyethylenterephthalat
- PP Polypropylen
- PS Polystyrol



1. Verfahren zur Aufbereitung von Abfällen mit Wertstoffen, insbesondere mit Kunststoffen, wobei die vereinzelt aufgegebenen Abfälle nach Größe und/oder in mindestens einem weiteren Schritt nach Masse und/oder Form differenziert werden und wobei dem dann vorliegenden Abfall, durch Nutzung spezieller, materialspezifischer Parameter, gezielt einzelne Wertstoffe entzogen und der weiteren Verwertung zugeführt werden, **dadurch gekennzeichnet**, dass die vereinzelt Abfälle, beginnend an der Aufgabestation (1) bis zur Erfassung des Restmülls in einem Hauptstrom (10) geführt werden, dass aus diesem Hauptstrom (10) in einem ersten Schritt großflächige, flexible Stoffe in einem zweiten Schritt weitere, große, harte Störstoffe (etwa > A4) und in einem dritten Schritt mindestens flächig leichte Stoffe begrenzter Abmessungen entfernt werden, dass der so vorbereitete Hauptstrom (10) anschließend nacheinander durch mehrere, im wesentlichen trocken arbeitende Abscheider (5, 6, 7, 8) für einzelne Wertstoffe oder für exakt definierbare Wertstoffgruppen bis hin zur Erfassung des Restmülls (bei 9) geführt wird und dass die einzelnen in den Abscheidern (2, 6, 7, 8) abgeschiedenen Wertstoffe oder Wertstoffgruppen in separaten, unabhängigen Aufbereitungslinien (20, 60, 70, 80) Zerkleinerungs-, Wasch- und/oder Trennvorgängen unterworfen werden.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass dem Hauptstrom (10) in dem ersten Schritt große Folien und Kartonagen mittels bogenförmig bewegter, Zinken aufweisender Transportelemente entzogen und einer separaten Aufbereitungslinie (20) zugeführt werden; dass dem Hauptstrom (10) im zweiten Schritt mittels Siebtrommelabscheider (3) die großen und harten Teile (Störstoffe) entzogen werden, dass der Hauptstrom (10) im dritten Schritt mittels Ballistic-Separator (4) von Kleinstkörpern und körnigem Schmutz befreit wird und aus dem Hauptstrom (10) eine Fraktion aus flächigen Leichtstoffen (41) abgetrennt wird und dass aus dem dann im Hauptstrom (10) verbliebenen, überwiegend rollfähigen Schwerstoffen, in aufeinander folgenden Schritten

- das Eisen mittels Magnetabscheider (5),
- überwiegend einzeln enthaltene Wertstoffe, vorzugsweise Kunststoffe, mittels opto-elektronischer Sortiervorrichtungen (8), und
- überwiegend im mechanischen Verbund enthaltene Kunststoffe als Wertstoffgruppe mittels opto-elektronischer Sortiervorrichtung (7, 8) abgeschieden werden und

dass die einzeln abgeschiedenen Wertstoffe in separaten Aufbereitungslinien (70, 80) zerkleinert, gewaschen und separiert werden und dass die als Wertstoffgruppe abgeschiedenen Kunststoffe in ihren Aufbereitungslinien (70, 80) frühestens nach dem Zerkleinern einem weiteren Trennvorgang (NE, SS, WS) unterzogen werden.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die einzelnen Kunststoff-Fraktionen nacheinander

- als einzelner Wertstoff Polyethylenterephthalat (PET)
- als erste Wertstoffgruppe Polypropylen und Polystyrol (PP/PS) und
- als zweite Wertstoffgruppe aus Polyolefinen (PP/PE)

mittels opto-elektronischer Sortieranlage (6, 7, 8) nach farblichen, geometrischen und/oder werkstofflichen Parametern abgeschieden werden.

4. Verfahren nach Anspruch 1 und 2, dadurch gekennzeichnet,

dass in der Aufbereitungslinie (70) der Wertstoffgruppe aus Polypropylen (PP) und Polystyrol (PS) diese Fraktion zunächst zerkleinert, gewaschen und mittels Turboseparator aus der Flüssigkeit separiert wird,

dass die gereinigte Fraktion aus Polypropylen (PP) und Polystyrol (PS) mittels Dichtentrennung nach dem Schwimm-Sink-Verfahren (bei 74) voneinander getrennt und anschließend unabhängig voneinander getrocknet und extrudiert bzw. kompaktiert werden.

5. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass die voneinander getrennten, getrockneten Fraktionen Polypropylen (PP) und Polystyrol (PS) vor dem Extrudieren über einen Nichteisenmetall-Abscheider (NE: 75, 77) geführt werden.

6. Verfahren nach Anspruch 1 und 2, dadurch gekennzeichnet,

dass die abgeschiedene Wertstoffgruppe aus Polyolefinen (überwiegend PP und PE) gemeinsam mit den am Ballistic-Separator (4) abgeschiedenen, flächigen Leichtstoffen (41) zerkleinert, gewaschen und unter Abscheidung fasriger Stoffe mittels Turboseparator (T: 83) separiert werden,

dass die dann verbleibende Polyolefin-Fraktion mittels Windsichter (WS: 84) in eine Folienfraktion (88) und eine Hartstoff-Fraktion (86) getrennt werden und dass die beiden Polyolefin-Fraktionen (88; 86) getrennt voneinander kompaktiert bzw. extrudiert werden.

7. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet,

dass die abgeschiedene Wertstoffgruppe aus Polyolefinen (PP, PE) in einem ersten Schritt (bei 81) auf eine Teilchengröße von etwa 35 bis 45 mm, nämlich eine Größe, bei der die opto-elektronischen Sortieranlagen noch mit ausreichender Sicherheit ausscheiden kann, vorzerkleinert werden,

dass aus dieser vorzerkleinerten Polyolefinfraktion (PP, PE) mittels Autosortanlage (802) Teile aus Polypropylen (PP) abgeschieden werden,

dass aus diesem abgeschiedenen Polypropylen (PP) die zufällig mitgerissenen Polyethylen-Teile (PE) mit einer weiteren Autosortanlage (803) entfernt und dem PE-Strom aus dem vorherigen Abscheider (802) wieder zugeführt werden und

dass dieser PE-Strom zusammen mit der flächig leichten Fraktion (41) aus dem Ballistik-Separator (4) dann endgültig zerkleinert, gewaschen, separiert, mittels Windsichter (84) getrennt werden.

8. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet,

dass die eingangs in der Großfolien-Abtrennvorrichtung (2) abgetrennten, überwiegend großen Folien fallend in einen Schwergut-Nass-Abscheider (21) gefördert werden,

dass die fallenden großen Folien oberhalb des Flüssigkeitsspiegels des Schwergut-Nass-Abscheiders (21) mittels unterschiedlich gerichteter Wasserstrahlen ver-



dichtet und vorgereinigt werden,  
 dass die großen Folien im Schwergut-Nass-Abscheider  
 (21) von groben Schmutz, Pappen, Papier und fasrigen  
 Stoffen befreit werden und  
 dass die vorgereinigten und verdichteten Folien an-  
 schließend zerkleinert, nochmals gewaschen, mittels  
 Turboseparator getrocknet und von den Resten fasriger  
 Stoffe befreit und letztendlich extrudiert werden.  
 9. Verfahren nach Anspruch 1 bis 7, dadurch gekenn-  
 zeichnet, dass die Waschvorgänge ausschließlich den  
 Aufbereitungslinien (20, 60, 70, 80) der ausgeschiede-  
 nen Wertstoff-Fractionen zugeordnet sind.  
 10. Verfahren nach Anspruch 1 bis 9, dadurch gekenn-  
 zeichnet,  
 dass dem Gesamtprozess ein geschlossener, netzartig  
 gestalteter Wasserkreislauf zugeordnet ist und  
 dass in den Wasserkreislauf eine Wasseraufbereitungs-  
 anlage (WA) mit einer Grobpartikelabscheidung (z. B.  
 Vorfilter W1), mit einer Feinpartikelabscheidung (z. B.  
 Flottationsstufe W2) und mit einem Reaktionsbehälter  
 (W3) eingefügt ist, wobei dem Reaktionsbehälter (W3)  
 mindestens eine Dosiereinrichtung (W4) für Zusatz-  
 stoffe zugeordnet ist, und  
 dass das frisch aufbereitete Wasser, bevor es in die  
 Waschanlagen (W: 21, 23, 62, 72, 82) gelangt, zunächst  
 der Schwimm-Sink-Trennanlage (SS: 74) zugeführt  
 wird.  
 11. Anlage zur Aufbereitung von Wertstoffabfällen  
 mit einer Aufgabestation (1) zur Bildung eines Stromes  
 aus vereinzelt, überwiegend Wertstoffabfall,  
 mit einem durch den Abfallstrom beschickten Sieb-  
 trommelabscheider (3) für das Abscheiden sehr großer  
 Gegenstände,  
 mit Abscheidern für Wertstoffe, bei denen wertstoff-  
 spezifische Parameter oder Eigenschaften für den Ab-  
 scheidevorgang genutzt werden, und  
 mit Aggregaten zum Aufbereiten von Wertstoffen,  
 dadurch gekennzeichnet,  
 dass die Anlage besteht aus nach der Aufgabestation  
 (1), entlang eines Hauptstromes (10) des Abfalles in  
 Reihe angeordneter Aggregate:  
 - einer Großfolien-Abtrennvorrichtung (2)  
 - einem Siebtrommel-Abscheider (3) und  
 - einem Ballistic-Separator (4) sowie  
 - mehreren Abscheideanlagen, wie  
 - einem Magnetabscheider (5) und  
 - einem oder mehreren, nacheinander entlang des  
 Hauptstromes (10) angeordneter opto-elektroni-  
 scher Sortiervorrichtungen (6, 7, 8) mit unter-  
 schiedlichen Sortierparametern und letztendlich  
 - einem Restmüllsammel (9).  
 12. Anlage nach Anspruch 11, dadurch gekennzeich-  
 net, dass dem Magnetabscheider (5) mindestens drei  
 opto-elektronische Sortieranlagen (6, 7, 8) für unter-  
 schiedliche Kunststoffe oder Kunststoffgruppen in  
 Reihe nachgeordnet sind.  
 13. Anlage nach Anspruch 12, dadurch gekennzeich-  
 net,  
 dass jeder opto-elektronischen Sortiervorrichtung (6, 7,  
 8) entlang einer Aufbereitungslinie (60, 70, 80) für die  
 separierten Wertstoffe (PET, PP/PS, PP/PE) minde-  
 stens zugeordnet sind:  
 je eine Zerkleinerungsanlage (61, 71, 81),  
 je eine Friktionswaschanlage (62, 72, 82) und  
 je ein Turboseparator (63, 73, 83).  
 14. Anlage nach Anspruch 13, dadurch gekennzeich-  
 net, dass dem Turboseparator (73, 83) in den Aufberei-  
 tungslinien (70, 80) mindestens eine weitere Trennvor-

richtung (z. B. Schwimm-Sink-Trennanlage SS: 74,  
 Wirbelstrom abscheider NE: 75, 77, oder Windsichter  
 WS: 84) nachgeordnet ist.

15. Anlage nach einem der Ansprüche 12 bis 14, da-  
 durch gekennzeichnet, dass den Turboseparatoren (T:  
 63, 73, 83) bzw. den Trennvorrichtungen (SS: 74, NE:  
 75, 77, WS: 84) für die separierten Fractionen Extruder  
 (Ext) und Verpackungseinheiten für die Wertstoffe  
 nachgeordnet sind.

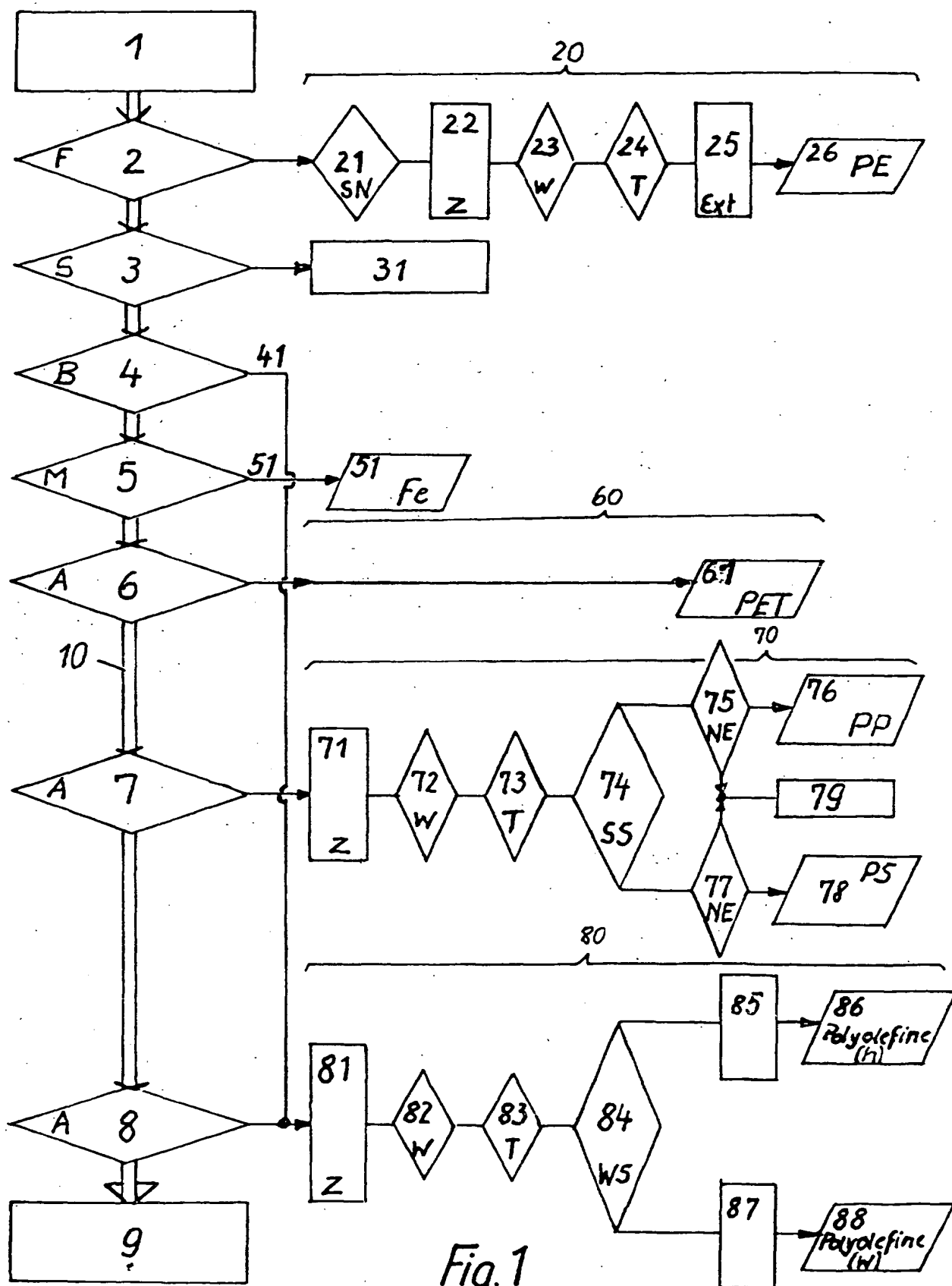
16. Anlage nach einem der Ansprüche 12 bis 14, da-  
 durch gekennzeichnet,  
 dass einem Abscheider (8) für eine Wertstoffgruppe,  
 deren Bestandteile mechanisch miteinander verbunden  
 sein können, in ihrer Aufbereitungslinie (80) direkt  
 eine Vorzerkleinerungsanlage (VZ: 801) mit einer mitt-  
 leren Korngröße von ca 40 mm nachgeschaltet ist,  
 dass der Vorzerkleinerungsanlage (VZ: 801) minde-  
 stens eine optoelektronischen Sortieranlagen (802,  
 803) zur Abscheidung einer Minderheit in der jeweili-  
 gen Wertstoffgruppe (PP bei 802, PE bei 803) nachge-  
 ordnet ist.

17. Anlage nach Anspruch 11, dadurch gekennzeich-  
 net,  
 dass der Großfolien-Abtrennvorrichtung (2) entlang  
 der Aufbereitungslinie (20) für die Großfolien minde-  
 stens folgende Aggregate zugeordnet sind:  
 ein Schwergut-Nass-Abscheider (21),  
 eine Zerkleinerungsanlage (22),  
 eine Friktionswaschanlage (23),  
 ein Turboseparator (24) und  
 ein Extruder (25).

---

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

---



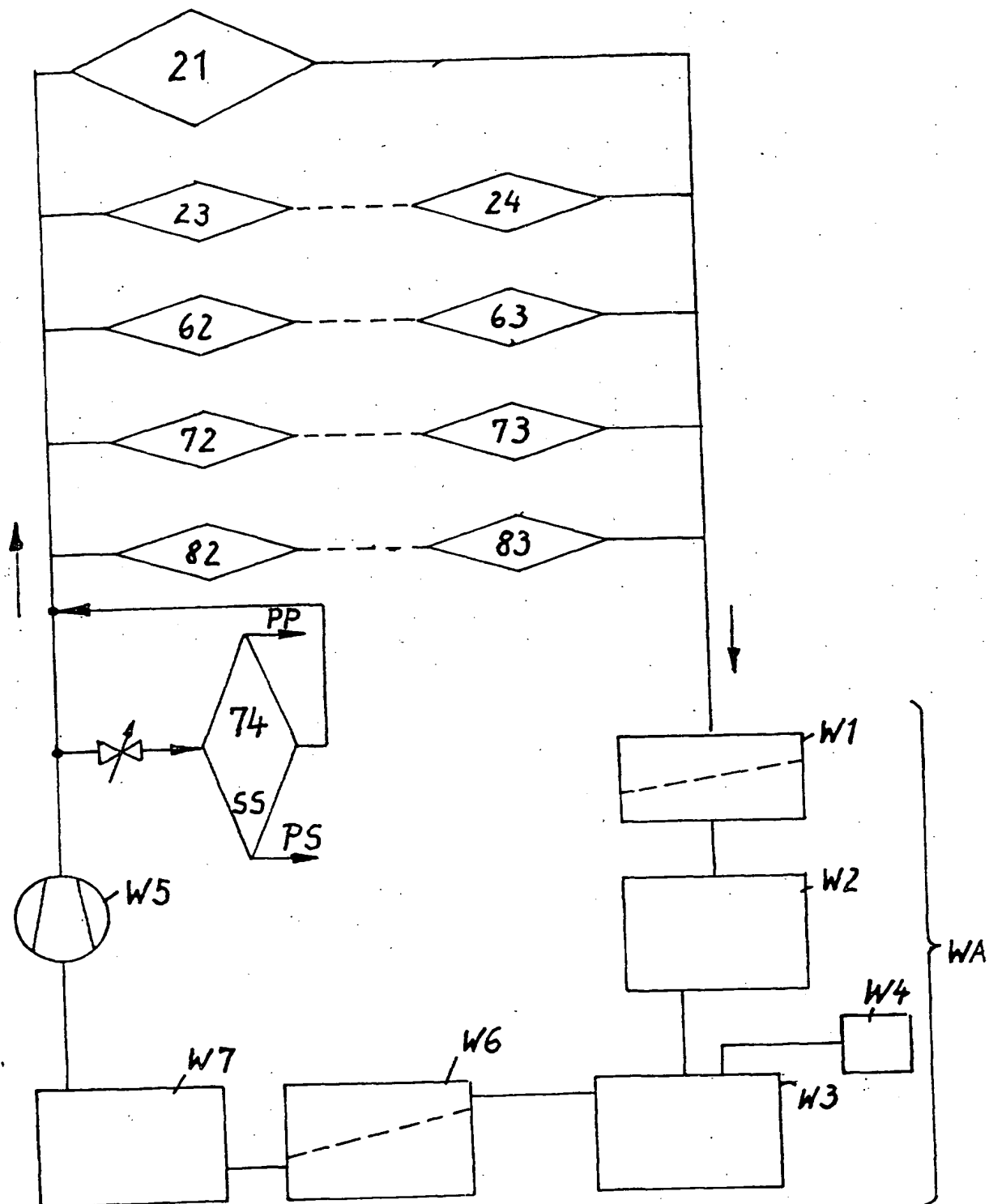


Fig.2

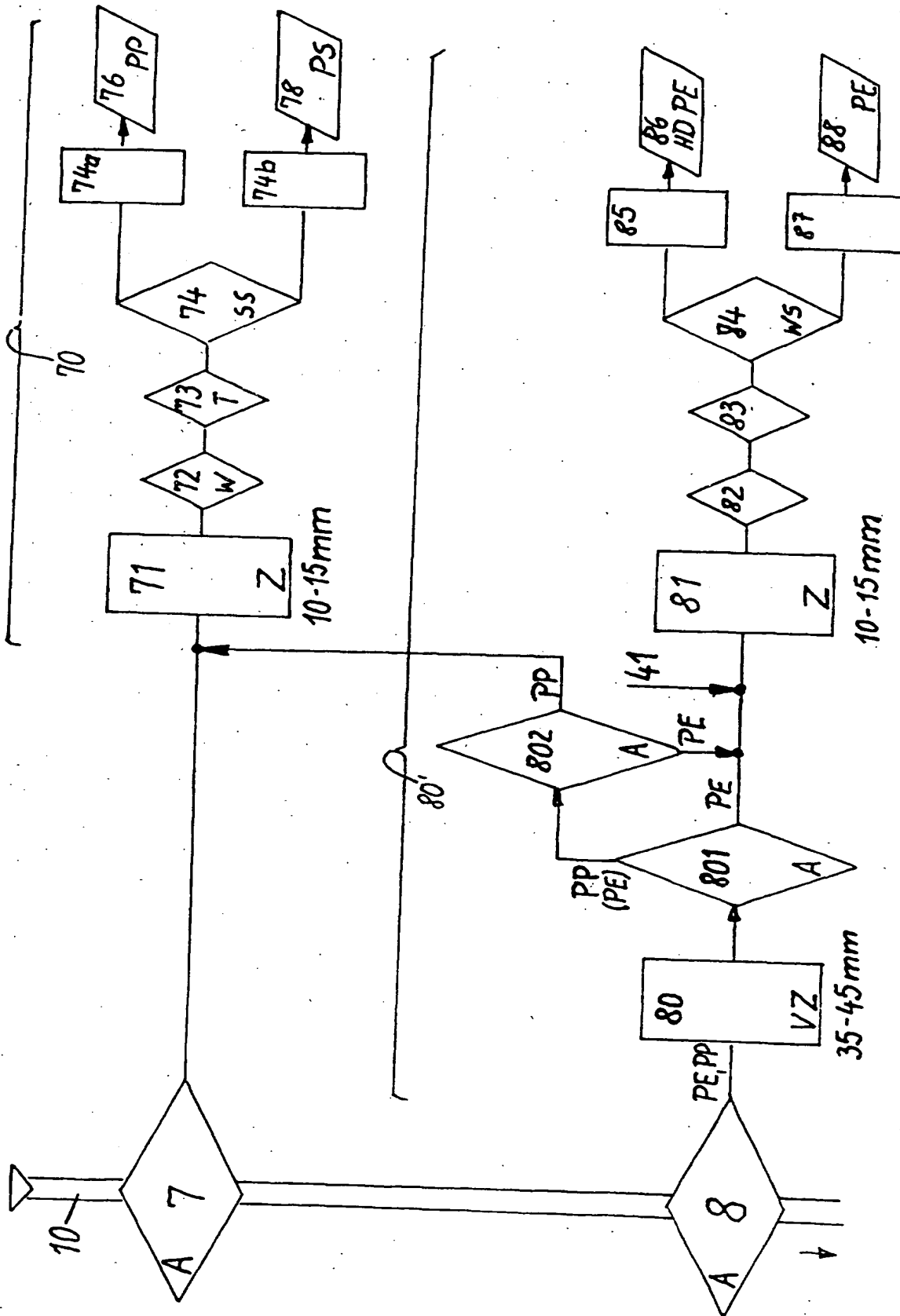


Fig. 3